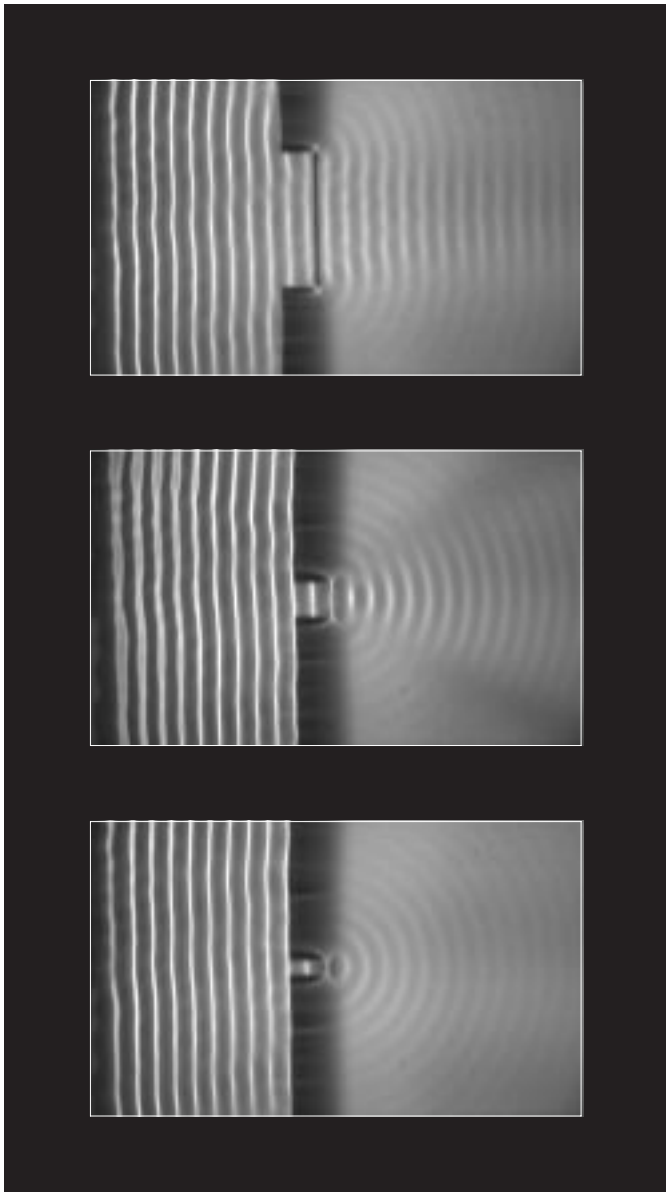
Diffraction des ondes à la surface de l'eau sur une fente et un obstacle

Objectifs expérimentaux

- Etude de la diffraction d'ondes à la surface de l'eau rectilignes sur des fentes de largeurs différentes
- Etude de la diffraction d'ondes à la surface de l'eau rectilignes sur des obstacles de largeurs différentes



Principes de base

Les ondes ne se propagent pas uniquement dans la direction initiale derrière un obstacle ou une fente. On observe le phénomène de diffraction, déjà décrit dans l'essai „Principe d'Huygens appliqué aux ondes à la surface de l'eau" (P1.6.4.2): chaque point du plan de la fente ainsi que les arêtes de la fente ou de l'obstacle se comportent comme des centres d'excitation ponctuels d'ondes circulaires; les ondes élémentaires d'Huygens, qui se superposent mutuellement. Les amplitudes sont amplifiées à certains endroits (apparition de maximums) et diminuées voire éliminées à d'autres (apparition de minimums). L'interférence à un endroit dépend du déphasage des ondes interférentes qui le caractérise (voir „interférence à double faisceau des ondes à la surface de l'eau" (P1.6.5.1)).

Pour la représentation des phénomènes de diffraction et d'interférence sur une fente ou derrière un obstacle, on produit des fronts d'ondes rectilignes dans la cuve à ondes remplie d'eau, qui rencontrent successivement des fentes et des obstacles rectilignes.

Des fentes de largeurs différentes peuvent être réalisées avec un obstacle à fente large et deux tiroirs de recouvrement. Des ondes circulaires se forment derrière une fente étroite (largeur inférieure à la longueur d'onde). Si la largeur de la fente est légèrement supérieure à la longueur d'onde, des minimums se forment de part et d'autre du maximum principal. Si la largeur de la fente est nettement supérieure à la longueur d'onde, les ondes rectilignes traversent les arêtes des fentes sans subir de modification. Dans cette région les ondes élémentaires n'ont

Fig. 1 Diffraction d'ondes à la surface de l'eau sur des fentes de largeur différentes (photos)
En haut: largeur de fente nettement supérieure à la longueur d'onde
Au milieu: largeur de fente légèrement supérieure à la longueur d'onde
En bas: largeur de fente inférieure à la longueur d'onde

Matériel

1 cuve à ondes avec stroboscope à moteur . 401 501

en complément:

Liquide vaisselle

pas de différence de phases. Dans les zones d'ombres des arêtes les ondes circulaires recouvrent les ondes plus faibles.

Des obstacles de largeur différentes peuvent être réalisés avec les tiroirs de recouvrement. Lorsque des ondes rectilignes rencontrent un obstacle, les arêtes de l'obstacle se comportent comme les centres d'excitation des excitateurs doubles. La structure d'interférence déjà rencontrée avec l'excitateur double, se forme derrière l'obstacle (voir „interférence à double faisceau d'ondes à la surface de l'eau“ P1.6.5.1)

Montage

La Fig. 2 représente le montage expérimental.

– monter la cuve à ondes sur une surface stable; se conformer au mode d'emploi de la cuve à ondes.

Réalisation

a) Propagation d'ondes rectilignes derrière des fentes de largeur différentes:

– placer l'obstacle à grande fente au milieu de la cuve à ondes, directement sous la lampe.

– brancher l'excitateur à ondes rectilignes comme indiqué en Fig. 3 et le monter parallèlement à 5 cm de l'obstacle.

– éventuellement sortir le disque stroboscopique de la marche des rayons, à l'aide de la vis moletée **(f)**, de manière à ce que la plaque de verre au fond de la cuve à ondes soit totalement éclairée.

– régler la fréquence à 25 Hz environ avec le bouton **(e)** et augmenter doucement l'amplitude d'excitation avec le bouton **(d)**, jusqu'à apparition de fronts d'ondes nets (voir le mode d'emploi de la cuve à ondes).

– changer la profondeur d'immersion avec la vis de réglage **(h)** si nécessaire.

– observer l'image d'onde derrière la fente.

– mesurer la longueur d'onde λ. Tenir compte de l'échelle d'affichage pour déterminer la longueur d'onde réelle (voir notice de la cuve à ondes).

– réduire l'ouverture de la grande fente avec les deux tiroirs de recouvrement de manière à ce qu'elle soit légèrement supérieure à la longueur d'onde λ (voir fig. 4 au milieu).

– observer l'image d'onde derrière la fente.

– refaire l'essai avec les fréquences suivantes; 10, 15, 20, et 30 Hz.

– réduire l'ouverture de la grande fente avec les deux tiroirs de recouvrement de manière à ce qu'elle soit inférieure à la longueur d'onde λ (voir fig. 4 en bas).

– régler la fréquence à 25 Hz, changer l'amplitude si nécessaire.

– observer à nouveau l'image d'onde derrière la fente.

b) Propagation d'ondes rectilignes derrière des obstacles de largeur différentes:

– sortir l'obstacle à grande fente de la cuve à ondes, placer les deux tiroirs de recouvrement larges parallèlement à l'excitateur d'ondes au milieu de la cuve, directement sous la lampe (voir fig. 5).

– observer l'image d'onde derrière la fente.

– régler la fréquence à 10, 15 et 20 Hz, changer l'amplitude si nécessaire, et observer les images d'onde derrière la fente.

– pousser les deux tiroirs de recouvrement larges l'un contre l'autre pour réduire l'obstacle et refaire les essais (voir fig. 5 au milieu).

– monter ensuite les deux tiroirs de recouvrement étroits (voir fig. 5 en bas).

Exemple de mesure

a) Propagation d'ondes rectilignes derrière des fentes de largeur différentes:

La fig. 1 représente 3 photographies d'exemples de mesure.

b) Propagation d'ondes rectilignes derrière des obstacles de largeur différentes:

La fig. 6 représente 3 photographies d'exemples de mesure.

Résultats

a) Propagation d'ondes rectilignes derrière des fentes de largeur différentes:

Les phénomènes de diffraction étudiés dans la partie „Bases“ sont confirmés expérimentalement:

Si la largeur de la fente est nettement supérieure à la longueur d'onde, les ondes rectilignes traversent les arêtes des fentes sans subir de modification. Dans les zones d'ombres des arêtes, les ondes circulaires recouvrent les ondes plus faibles. Les minimums et maximums ne sont pas distinguables.

Si la largeur de la fente est légèrement supérieure à la longueur d'onde, des minimums et des maximums latéraux se forment de part et d'autre du maximum principal. Les modèles d'interférence dépendent de la longueur d'onde. Les fronts d'onde des maximums voisins sont translatés d'une demi longueur d'onde.

Si la fente est plus petite que la longueur d'onde, elle se comporte comme un excitateur ponctuel d'ondes circulaires.

b) Propagation d'ondes rectilignes derrière des obstacles de largeur différentes:

Les ondes ne se propagent pas uniquement dans la direction initiale derrière l'obstacle. Elles font un arc et s'introduisent dans les „ombres“ des obstacles, comme des ondes circulaires.

Les images d'interférence formées derrière l'obstacle ressemblent à celles d'un excitateur double. Les deux arêtes forment les centres d'excitation.

Les modèles d'interférence sont déterminés par la largeur de l'obstacle, respectivement par la longueur d'onde. Lorsque la largeur augmente (diminution de la longueur d'onde), le nombre d'hyperboles d'interférence augmente.

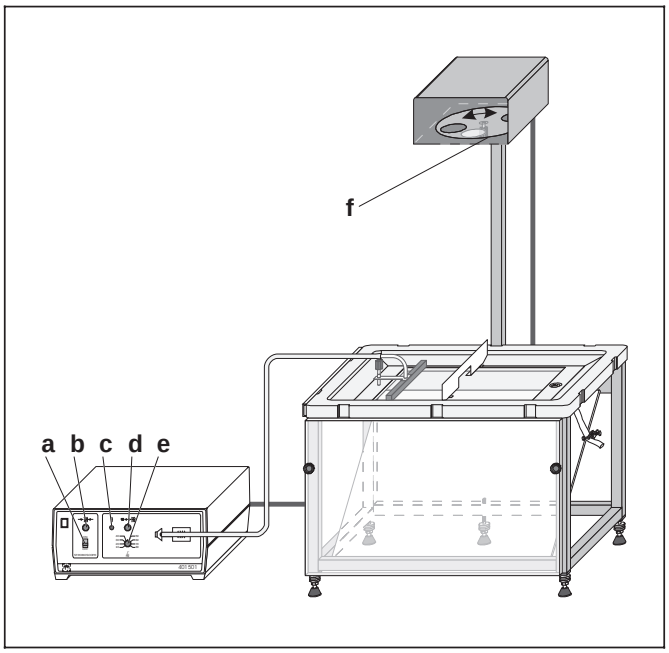


Fig. 2 Montage expérimental pour l'interférence d'ondes à la surface de l'eau
- **a** interrupteur du stroboscope
- **b** bouton (réglage fin de la fréquence du stroboscope)
- **c** bouton poussoir (excitation d'ondes uniques)
- **d** bouton (réglage de l'amplitude de l'excitation d'ondes)
- **e** bouton (réglage de la fréquence de l'excitation d'ondes)
- **f** vis moletée (rotation manuelle du disque stroboscopique)

Fig. 3 Branchement de l'excitateur d'ondes rectilignes
- **h** vis de réglage (réglage de la profondeur d'immersion

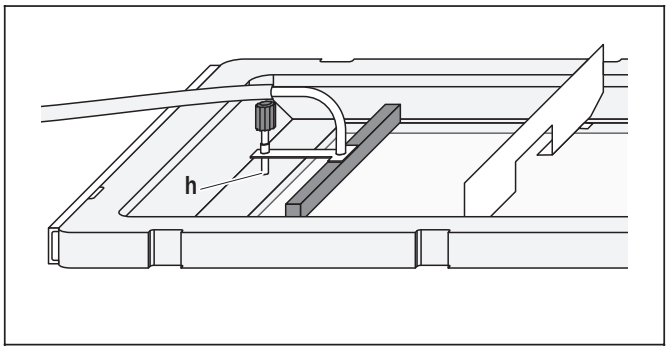
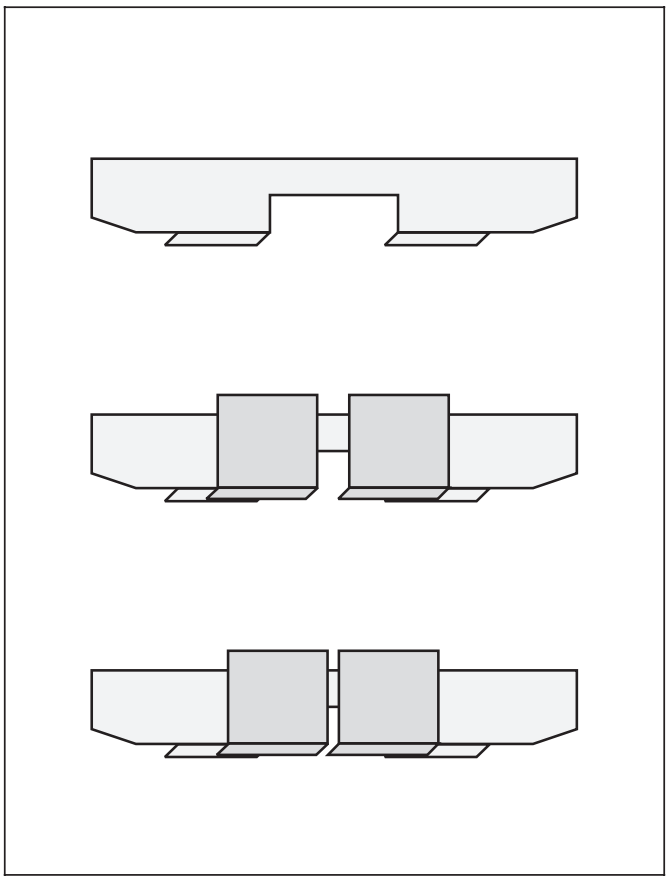
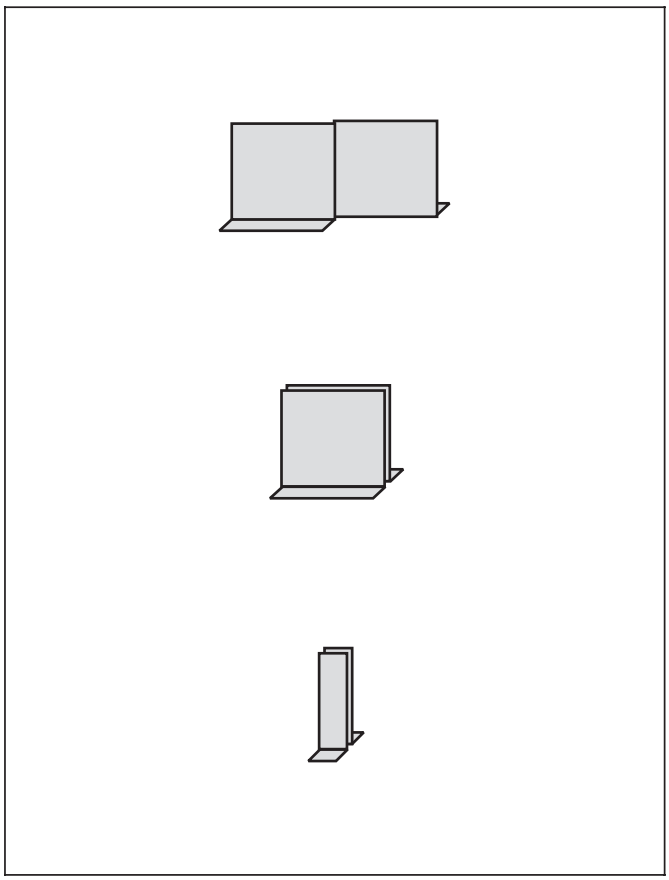


Fig. 4 Fentes de largeurs différentes, vues du côté de l'excitateur
En haut: largeur nettement supérieure à la longueur d'onde
Au milieu: largeur légèrement supérieure à la longueur d'onde
En bas: largeur inférieure à la longueur d'onde

Fig. 5 Obstacles de largeurs différentes
En haut: grande largeur
Au milieu: largeur moyenne
En bas: petite largeur





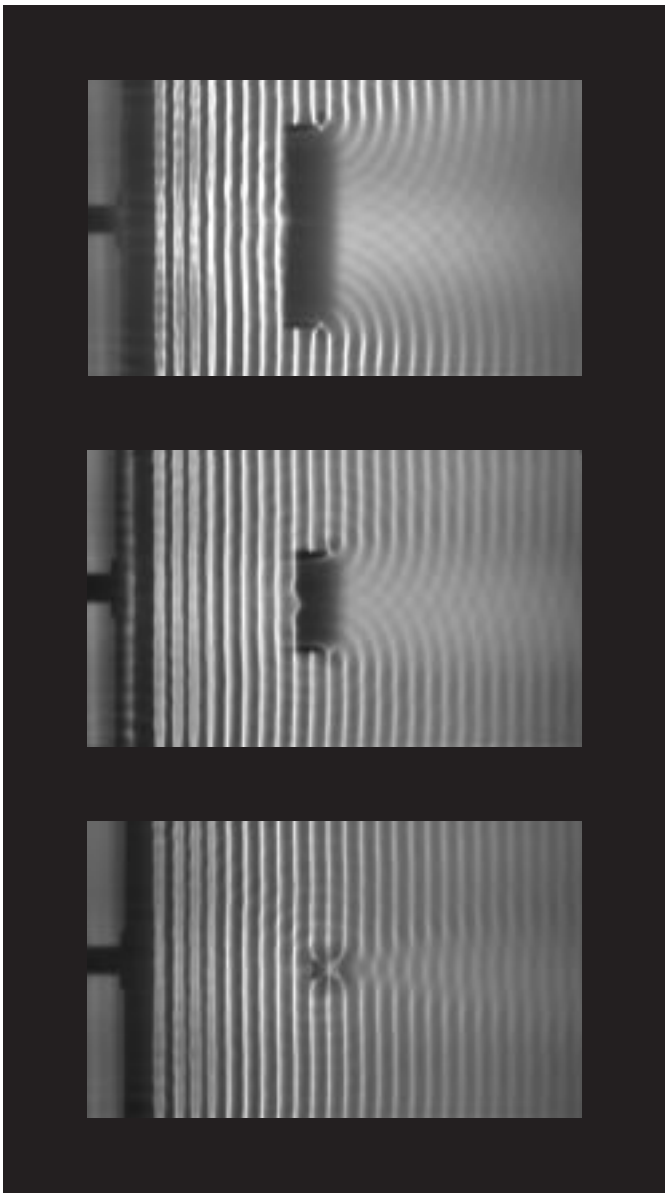


Fig. 6 Diffraction d'ondes à la surface de l'eau sur des obstacles de largeurs différentes (photos)
En haut: obstacle large
Au milieu: obstacle moyen
En bas: petit obstacle

© by Leybold Didactic GmbH
Printed in the Federal Republic of Germany
Technical alterations reserved